

提分攻略

主编 蔡晔

# 疑难与规律详解

## 高一物理

全国百位名师联合编写

数理报  
精编



龍門書局

[www.longmenbooks.com](http://www.longmenbooks.com)

提分攻略

# 疑难与规律详解

## 高一物理

丛书主编 蔡 晔

丛书编委 李学镇 冯素梅 徐淑民 陈晓钟

刘贵军 李也莉 隋良永 张大蒙

《数理报》优秀作者编写

龍 門 書 局

北 京

数理报  
精编

**版权所有 翻印必究**

举报电话:(010)64034160,13501151303(打假办)

邮购电话:(010)64034160

**图书在版编目(CIP)数据**

提分攻略:疑难与规律详解·高一物理/蔡晔主编.

北京:龙门书局,2009

ISBN 978-7-5088-2075-0

I. 提… II. 蔡… III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 105412 号

责任编辑:田旭 王丽红 王艺超/封面设计:0504 设计

**龙 门 书 局 出 版**

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

**天 时 彩 色 印 刷 有 限 公 司 印 刷**

科学出版社总发行 各地书店经销

\*

2009 年 7 月 第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 7 月 第 一 次 印 刷 印张:12 3/4

字数:250 000

**定 价:20.00 元**

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前言

您在学习中遇到过难以理解的知识点吗？

您在考试中碰到过难以解答的试题吗？

您还在苦苦的寻觅学习的规律、解题的技巧吗？

您还经常为那些“看似容易，一做就错”的易错题苦恼吗？

不要烦恼了，本书将全方位地从根本上帮您解决这一系列问题，帮助您快速、有效地突破学习瓶颈，创造优异成绩。

## 本书编写背景

新课标教学和新的中高考改革，越来越强调学生能力的培养，包括思维能力、实际应用能力和创新能力。在这三个能力之中，思维能力是核心、是基础。而思维能力的培养不是一蹴而就的，需要教师、教材、学生三个方面通过科学的教学、学习、训练才能见效。

目前各中学使用各种不同版本的教材，都是依据“新课标”的精神和要求编写的，内容新颖，知识覆盖面广。但由于教材本身的篇幅所限，造成教材内容对知识的深度挖掘和对思维的纵向拓展不够。因此，绝大多数教师需要自己花大功夫去研究教材和考试，针对不同学生的学习水平，开发不同的教学资料。学生们也必须根据自身情况寻找学习资源，研究学习对策。这无疑给广大师生带来很大的负担。

而《数理报》作为一份专门为一线教学服务的优秀报刊，非常好地解决了教材、教学、学习、考试等各个环节的衔接问题。为您释疑解难，归纳总结，让您能够灵活应用知识规律解决问题，并能有所创新。为广大师生的教学和学习扫清了障碍。

鉴于此，我们组织了一批经验丰富的一线优秀教师，将《数理报》5年来积淀下来的精华内容进行重新加工和整合，根据“新课标”和“考试大纲”的要求，分模块、分年级编排成册。

## 本书具有以下优势

一、既具有报刊的深度和灵活性，又具有图书的广度和系统性。

报刊上的文章，均为一线优秀教师将自己的教学心得归纳整理而成。内容深刻、实用，针对性非常强。但报刊内容同时也有很大的先天缺陷，那就是随意性较强，不成系统。我们将其5年的精华内容整理、提升，编写成书，既弥补了其系统性不足的缺陷，又发挥了其灵活性的优势。

## 二、紧扣各版本教材,可以作为同步教学使用。

《数理报》是一份非常成熟、非常实用的优秀报刊,它已经得到了全国几百万师生的认可。《数理报》的版本配备比较全,是一份同步辅导报。本书融合了《数理报》所有新旧“大纲”的配版分刊,根据知识模块加以整合。因此,本书适合各版本不同学段的师生同步教学和学习使用。

## 三、内容覆盖面广,重点突出,专门解决“疑难”和“规律”问题。

本书的编写定位,就是为了解决教学、学习、考试中的疑难问题,总结归纳解决问题的方法规律,旨在为广大师生突破教学、学习中的难点,找到提高思维能力的捷径。

本书将您学习中已经遇到和将要遇到的各类疑难各个击破,将学习中的窍门和规律一网打尽,为您的学习扫清障碍、铺路搭桥。

## 四、本书编写队伍庞大、实力雄厚。

多年来,《数理报》汇集了一大批优秀的一线作者,他们来自全国各地、各级中学的教育教学一线,有的是德高望重的教育教学专家,有的是教学成绩优异的中年骨干教师,还有崭露头角的年轻一代。总之,他们是我国目前中学教学一线优秀教师的代表,是我们教师队伍的精英。

### 本书使用建议

本丛书是对学生课堂学习的必要补充,主要针对学生学习的疑难点、易错点以及思维规律进行剖析和概括,帮助学生突破学习的薄弱环节。

本书内容分为三大部分,需要同学们根据自身的学习情况选择使用。

“知识疑难解读”针对课本各章节的重点、难点,给出详细的讲解和点拨。

此栏目需要同学们在掌握了课本知识的基本概念后使用。

“思维规律解读”总结了各章节的各类思维和解题规律,分析点拨了应用问题、探索性和开放性问题的解题思路,并针对中(高)考对各章节考查的重点考点做了剖析。

这一栏目的思维要求较高,例题有一定的难度,需要同学们首先弄懂课本上的例题和思维方法,再来研读。

“思维误区破解”精选学生容易出现的错误理解和错误解题思路,作深刻剖析,并向正确的思维引导学生。

同学们在研读这一栏目内容时,要结合自己的错题笔记,融会贯通,切勿死记硬背。

愿我们的劳动能帮助您跳出题海,享受思维探究的乐趣,体验学习成功的喜悦!

本书编写组



# 目 录

---

第一章 运动 .....	(1)
第一节 运动的描述 .....	(1)
第二节 匀变速直线运动的研究 .....	(9)
第二章 相互作用 .....	(25)
第一节 力 .....	(25)
第二节 力的合成与分解 .....	(35)
第三章 牛顿运动定律 .....	(48)
第一节 牛顿运动定律 .....	(48)
第二节 物体的平衡与牛顿运动定律的应用 .....	(66)
第四章 曲线运动 .....	(86)
第五章 万有引力与天体运动 .....	(101)
第六章 机械能 .....	(118)
第一节 功 功率 功能关系 .....	(118)
第二节 势能 动能和动能定理 .....	(131)
第三节 机械能及其守恒定律 .....	(143)
第七章 动 量 .....	(154)
第八章 机械振动与机械波 .....	(174)
第九章 实验专题 .....	(189)
参考答案 .....	(195)

# 第一章 运动

## 第一节

## 运动的描述

### 知识疑难解读

#### 正确区分两组概念

(河南 陈超众)

##### 1. 时刻和时间的区别

(1)时刻:时刻指的是某一瞬时,在时间轴上用一点来表示.如“第2 s末”、“第1 s初”等.

(2)时间:时间是指两个时刻间的一段间隔.在时间轴上用一段长度来表示.如“第2 s内”、“前5 s内”等.

要注意严格区分时间和时刻,如“第2 s末”、“第3 s初”均指的是时间轴上 $t=2\text{ s}$ 这一点(时刻).“5 s内”、“前5 s内”、“后5 s内”、“第5 s内”均指时间而非时刻.“5 s内”、“前5 s内”、“后5 s内”的时间长度均为5 s,但“第5 s内”的时间长度则只有1 s,即从第5 s初(也就是第4 s末)到第5 s末(也就是第6 s初),在时间轴上就是从 $t=4\text{ s}$ 到 $t=5\text{ s}$ 这一长度为1 s的一段.

##### 2. 位置、位移、路程和距离的区别

(1)位置是质点在空间所处的确定的点,可用坐标来表示.

(2)位移是描述质点位置变化的物理量,既有大小,又有方向,是矢量,是从起点指向终点的有向线段.有向线段的长度表示位移的大小,有向线段的方向表示位移的方向(由初位置指向末位置).它是一个与运动路径无关,仅由初、末位置决定的物理量.

(3)路程是质点运动轨迹的长度,它是标量,只有大小,没有方向.路程的大小与质点运动的路径有关,但它不能描述质点位置的变化.例如,质点环绕一周又回到出发点时,它的路程不为零,但其位置没有改变,因而其位移为零.

(4)由于位移是矢量,而路程是标量,所以位移不可能和路程相等,但位移的大小有可能和路程相等.只有质点做单方向的直线运动时,位移的大小才等于路程,否则,路程总是大于位移的大小.在任何情况下,路程都不可能小于位移的大小.

(5)在规定正方向的情况下,与正方向相同的位移取正值,与正方向相反的位移取负值,位移的正负不表示大小,仅表示方向.

(6)位移与路程是在一定时间内发生的,与物体的运动过程相联系,即与某段时间相对应.二者都与参考系的选取有关.

(7)距离是两点间直线的长度,它也是标量,只有大小,没有方向.显然,距离就是位移的大小.

### 加速度的疑难辨析

(河北 杜占英)

问题1:运动物体有加速度,那么物体速度一定增大吗?

辨析:有的同学望词生义,认为加速度就是增加的速度,此言差矣!这是由于没有理解加速度概念的内涵,加速度是描述物体速度变化快慢的物理量,是速度变化与发生此变化对应时间的比值.只有当加速度和速度方向相同时,速度才一定增加,反之速度可能要减小.例如一个做匀变速直线运动的物体的加速度大小为 $a=5\text{ m/s}^2$ ,初速度大小为 $v_0=20\text{ m/s}$ ,若 $a$ 和 $v_0$ 同向,则物体做匀加速直线运动,经过时间1 s、2 s的速度分别为25 m/s、30 m/s,速度增加;若 $a$ 和 $v_0$ 反向,物体做匀减速直线运动,经过时间1 s、2 s的速度分别为15 m/s、10 m/s,速度却在减小,所以运动物体虽然有加速度但是

速度可能增大、也可能减小。

**问题 2:**速度大的物体的加速度一定大,加速度大的物体一定速度大吗?

**辨析:**速度表示物体运动的快慢  $v = \frac{s}{t}$ ; 加

速度表示速度变化的快慢  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。加速度大说明物体在相等时间内速度变化快,而不能说明运动快速度大,如刚启动的汽车加速度很大而速度却很小;而速度大,只说明物体运动得快,说明不了速度变化快慢,如大提速后的列车匀速运动时速度很大、而加速度很小为 0。总之,速度和加速度的大小没有必然的因果关系。

**问题 3:**速度变化越大加速度越大,加速度大速度变化一定大吗?

**辨析:**根据加速度定义式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  可知,  $\Delta v = a\Delta t$ , 速度变化大可能加速度小而时间很长导致,所以速度变化越大而加速度可能越小;同理加速度大,可能是由于  $\Delta v$  不变、而时间短所导致,总之,注意应用加速度和速度的表达式分析讨论,  $a$  由  $\Delta v$  和  $\Delta t$  两者决定、 $\Delta v$  由  $a$  和  $\Delta t$  共同决定。

**问题 4:**物体的加速度增大速度就增大、加速度减小速度就减小吗?

**辨析:**加速度表示速度变化快慢,加速度增大可能是速度增加得快、也可能减小得快,则物体的加速度增大、速度可能减小,如做加速度越来越大的减速运动的物体,加速度越来越大、而速度(在反向之前)反而越来越小;同理加速度越来越小,可能是速度减小得慢、也可能是速度增大得慢,如正在做加速度越来越小的加速运动的物体,加速度在减小、而速度却在增大。总之物体的运动速度的增减取决于是加速运动还是减速运动、与加速度的增减无关,做加速运动的物体不管加速度怎样变化、速度一定增大;而做减速运动的物体不论加速度怎样,速度在反向之前一定减小,所以物体的加速度增大速度可能增大和减小、加速度减小速度可能增大和减小。

## s-t 图象和 v-t 图象比较

(河北 裴成明)

	s-t 图象	v-t 图象
图象		
交点	与横坐标轴的交点表示质点回到出发点 两条图线相交点表示两个质点相遇	与横坐标轴的交点表示质点速度为零 两条图线相交点表示两个质点速度相等
点	表示物体的状态,即表示质点在某时刻相对于基准点(位移为零)的位置	表示物体的状态,即表示某时刻质点的速度
线	表示物体的运动过程,即表示质点在某段时间内发生的位移 横轴上方的图线表示位移大于零 斜向上的图线表示速度大于零	表示物体的运动过程,即表示质点在某段时间内速度的改变量 横轴上方的图线表示速度大于零 斜向上的图线表示加速度大于零
斜率	表示速度	表示加速度
面积		表示质点通过的位移,如果是速率-时间图象,则面积代表质点通过的路程
共同点	s-t 图象、v-t 图象都是抽象的,都不能代表质点的运动轨迹	

## 思维规律解读

### 运动中的图象问题例析

(湖北 郭建 河北 石晓兵)

#### 1. 解读速度时间图象

**例 1** 如图 1-1 所示为一物体做匀变速直线运动的图象. 由图象作出的下列判断中正确的是 ( )

- A. 物体始终沿正方向运动
- B. 物体先沿负方向运动,在  $t = 2$  s 后沿正方向运动
- C. 在  $t = 2$  s 前物体位

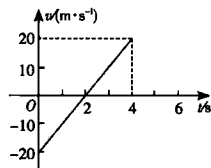


图 1-1



于出发点负方向上,  $t=2\text{ s}$  后位于出发点正方向上

D. 在  $t=2\text{ s}$  时, 物体距出发点最近

**【解析】** 物体的运动方向即为速度方向. 由图象知, 在  $t=2\text{ s}$  前, 速度为负, 物体沿负方向运动,  $2\text{ s}$  后速度为正, 物体沿正方向运动, A 是错的, B 是正确的.

物体位置由起点及运动的位移决定. 取起点为原点则位置由位移决定. 在  $v-t$  图象中, 位移数值是图象与坐标轴所围面积. 由图可知  $t < 2\text{ s}$  物体的位移为负,  $t=2\text{ s}$  时绝对值最大.  $t=2\text{ s}$  后, 位移为负位移与正位移的代数和, 绝对值减小, 所以  $t=2\text{ s}$  时位移绝对值最大即物体离出发点最远, 所以 D 正确, C 错. 所以选 BD.

**例 2** 甲乙两物体同时从某地出发, 两物体的  $v-t$  图象如图 1-2 所示, 关于两线交点 A 的意义, 下列说法正确的是

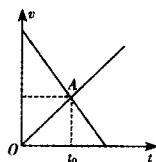


图 1-2

A.  $t_0$  时刻两物体速度大小相等, 方向相反

B.  $t_0$  时刻两物体相遇

C.  $t_0$  时刻两物体相对速度为零

D.  $t_0$  时刻两物体加速度大小相等方向相反

**【解析】**  $v-t$  图象中的交点表示此时刻两物体的速度相同, 即大小和方向均相同, 速度的方向可通过图象在时间轴的上方 (即速度轴的正半轴), 还是在时间轴的下方 (即速度轴的负半轴) 进行判断; 对于两者是否相遇, 要看两者的初始位置及发生的位移大小而定. 因两物体的初始位置相同, 但  $t_0$  时刻两速度图象与时间轴所围成的面积并不相同, 即两物体在时间  $t_0$  内发生的位移不等, 故此时刻两物体并不相遇; 至于加速度问题, 可以通过两物体速度图象的斜率判定, 由图 1-2 可知, 两图象的斜率一正一负, 显然两者方向相反, 但大小显然不等. 故正确选项只有 C.

**例 3** 做直线运动的物体, 经过 A、B 两点的速度分别为  $v_A$ 、 $v_B$ , 经过 AB 的中点 C 时的速度  $v_C = \frac{v_A + v_B}{2}$ , 且 AC 段与 CB 段均为匀加速

直线运动, 其加速度分别为  $a_1$ 、 $a_2$ , 则  $a_1$  与  $a_2$  的大小关系为:  $a_1$  \_\_\_\_\_  $a_2$ . (填 “>”、“<” 或 “=”)

**【解析】** 由题意作出该过程的  $v-t$  图象如图 1-3 所示,

因 C 为 AB 的中点, 则有  $s_1 = s_2$ , 由图可看出  $t_{OM} > t_{MN}$ ;

$$\text{又由 } v_C = \frac{v_A + v_B}{2} \text{ 得: } v_C =$$

$$v_A = v_B - v_C = \Delta v,$$

$$\text{而 } a_1 = \frac{\Delta v}{t_{OM}}, a_2 = \frac{\Delta v}{t_{MN}}, \text{ 所以 } a_1 < a_2.$$

## 2. 解读位移时间图象

**例 4** 如图 1-4 所示, 为 A、B、C 三个物体从同一地点, 同时出发沿同一方向做直线运动的  $s-t$  图象, 则在  $0 \sim t_0$  时间内, 它们的平均速率的大小关系为

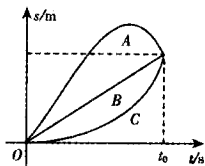


图 1-4

A.  $\bar{v}_A = \bar{v}_B = \bar{v}_C$

B.  $\bar{v}_A > \bar{v}_B = \bar{v}_C$

C.  $\bar{v}_A > \bar{v}_B > \bar{v}_C$

D.  $\bar{v}_A > \bar{v}_C > \bar{v}_B$

**【解析】** 首先明确三个物体都做直线运动, 比较相邻两时刻的位移, 对 BC 位移总是越来越大, 故 BC 一直沿纵轴向上运动, 而 A 先沿纵轴向上运动, 后沿纵轴向下运动, 以图线的顶点为界.

对 B,  $s$  与  $t$  成正比, 是匀速直线运动;

对 C, 做变速直线运动, 无论速度如何改变, 在  $0 \sim t_0$  时间内, B 和 C 位移相同, 路程也相同;

对 A, 做变速直线运动, 后来沿纵轴向下运动, 在  $0 \sim t_0$  时间内, A、B、C 位移相同, A 物体通过的路程大于 B 和 C 物体通过的路程.

根据  $v = \frac{s}{t}$ , 其中平均速率用路程来计算,  $s_A > s_B = s_C$ , 故  $\bar{v}_A > \bar{v}_B = \bar{v}_C$ . 所以正确答案为 B.

## 速度、平均速度与瞬时速度

(山东 李玉海)

### 1. 速度

**例 5** 如图 1-5 所示, 一辆实验小车可沿水平地面上的长直轨道匀速向右运动. 有一台发出细光束的

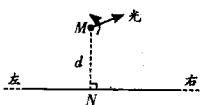


图 1-5

激光器装在小转台  $M$  上,到轨道的距离  $MN$  为  $d=10\text{ m}$ .转台匀速转动,使激光束在竖直平面内扫描,扫描一周的时间为  $T=60\text{ s}$ .光束转动方向如图 1-5 中箭头所示.当光束与  $MN$  的夹角为  $45^\circ$  时,光束正好射到小车上.如果再经过  $\Delta t=2.5\text{ s}$ ,光束又射到小车上,则小车的速度为多少?(结果保留两位有效数字)

**【解析】**解答本题的关键是要具有阅读能力、获取信息能力和分析判断能力,能否读懂题意,能否想像出整个物理变化过程至关重要.本题有较大的思考难度,主要考查学生思维的深度、广度和灵活应变的能力.本题的知识点是匀速直线运动的速度公式和三角函数知识.

在  $\Delta t$  时间内,光束转过的角度  $\theta = \Delta t \times \frac{360^\circ}{T} = 15^\circ$ ,如图 1-6 所

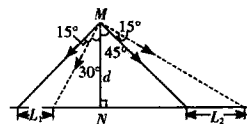


图 1-6

示,有两种可能:

(1) 光束照射小车

时,小车正在接近  $N$  点, $\Delta t$  时间内光束与  $MN$  的夹角从  $45^\circ$  变为  $30^\circ$ ,小车走过  $L_1$ ,则速度应为  $v_1 = \frac{L_1}{\Delta t}$ ,由图可知  $L_1 = d(\tan 45^\circ - \tan 30^\circ)$ ,由上述两式联立可得  $v_1 = 1.7\text{ m/s}$ .

(2) 光束照到小车时,小车正在远离  $N$  点, $\Delta t$  时间内光束与  $MN$  的夹角从  $45^\circ$  到  $60^\circ$ ,小车走过  $L_2$ ,速度为  $v_2$ ,根据三角函数知识,同理可得  $v_2 = 2.9\text{ m/s}$ .

## 2. 平均速度

在变速直线运动中,物体在某段时间内的位移跟发生这段位移所用时间的比值叫这段时间内或这段位移内的平均速度,是矢量.平均速度与一段时间或一段位移相对应,变速运动中,不同时间不同位移的平均速度通常不同,故讲平均速度时必须说明是哪段时间或哪段位移的平均速度.

平均速度的定义式为:  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

平均速度是矢量,其方向与  $\Delta x$  的方向一致.

**例 6** 甲、乙两小分队进行代号为“猎狐”的军事练习,指挥部通过现代通信设备,在荧屏上观察到两小分队的具体行军路线如图 1-7 所

示,两小分队同时由  $O$  点出发,最后同时捕“狐”于  $A$  点,下列说法正确的是: ( )

A. 行军路程  $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$

B. 平均速度  $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$

C.  $y-x$  图象表示的是速率( $v$ )—时间( $t$ )图象

D.  $y-x$  图象表示的是路程( $s$ )—时间( $t$ )图象

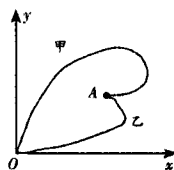


图 1-7

**【解析】**由题知,该图是在  $xOy$  坐标平面内的物体的实际轨迹图,则路程  $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$ ,而位移相同,时间相同,则平均速度相等而平均速率不等,故选 AB.

点评:平均速率是路程和所用时间的比值.是标量,其大小通常不等于平均速度的大小,只当物体做单方向直线运动时,两者才相等.

## 3. 瞬时速度

**例 7** 一质点的位移—时间图象如图 1-8 所示,能正确表示该质点的速度  $v$  与时间  $t$  的图象是下图 1-9 中的:

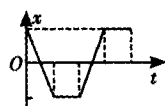


图 1-8

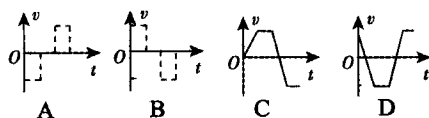


图 1-9

**【解析】**在  $x-t$  图象中,质点开始沿负方向做匀速直线运动,静止一段时间后,又向正方向做匀速直线运动,回到出发点后又静止不动,且两次运动的时间相等,速率相同.所以质点的  $v-t$  图象开始时负方向的速度不变,然后静止,速度为零,接着以正方向的速度运动相同的时间,以后的速度为零.所以只有 A 图是正确的.

## 加速度的理解与应用 (江苏 彭志刚)

### 1. 加速度与速度、速度的变化相联系

(1) 注意矢量的方向性

**例 8** 乒乓球以  $10\text{ m/s}$  的速度水平撞击球板后,以  $6\text{ m/s}$  的速度反向弹回,乒乓球与球

板的接触时间为0.1 s,则乒乓球在这段时间内的加速度为多大?加速度的方向如何?

**【解析】**选取乒乓球的初速度方向为正方向,则初速度 $v_0=10\text{ m/s}$ .因为末速度方向与规定的正方向相反,故末速度为 $v=-6\text{ m/s}$ .由加速度的定义式可得

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(-6) - 10}{0.1} \text{ m/s}^2 = -160 \text{ m/s}^2$$

可见,加速度的大小为 $160\text{ m/s}^2$ ,负号表示加速度的方向与初速度的方向相反.

**点评:**加速度的定义式为矢量式,对于直线运动只要规定正方向,速度与加速度均可用带有正负号的代数式表示,在解题时要特别注意各个量正负的确定.本题也可以选取末速度的方向为正方向,解出的加速度将为正值,同学们不妨试一试.

## (2) 注意速度变化量、变化率的区别

**例 9** 关于加速度,下列说法中正确的是 ( )

- A. 速度变化越大,加速度一定越大
- B. 速度变化所用的时间越短,加速度一定越大
- C. 速度变化越快,加速度一定越大
- D. 单位时间内速度变化越大,加速度一定越大

**【解析】**由加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,加速度的大小是由速度的变化量 $\Delta v$ 和发生这一变化所用的时间 $\Delta t$ 共同决定的.速度变化越大,所用的时间不确定,加速度不一定越大.速度变化所用时间越短,但速度的变化量大小不确定,也不能确定加速度一定越大.单位时间内速度变化越大,即速度的变化率 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 大,则加速度一定越大.选项 CD 正确.

**点评:**加速度是反映速度变化快慢的物理量.加速度越大,只能说明速度变化越快,不能说明速度变化越大,也不能说明物体运动越快.要正确区分运动的快慢( $v$ )、速度的变化量( $\Delta v$ )和速度变化的快慢( $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 即 $a$ )的不同.

## 2. 加速度与 $v-t$ 图象相联系

图象与物理问题往往相结合,因此对图象所反映的物理意义,截距、斜率等所表示的物理量要清楚.

**例 10** 一物体从静止开始向南运动,它的  $v-t$  图象如图 1-10 所示,求:0~30 s、30~40 s 和 40~60 s 各段时间内物体的加速度.

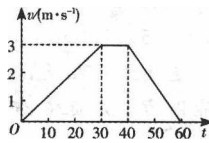


图 1-10

**【解析】**由题图可知,在 0~30 s 内物体的加速度为

$$a_1 = \frac{3-0}{30} \text{ m/s}^2 = 0.1 \text{ m/s}^2; \text{方向向南}$$

在 30~40 s 内物体的加速度 $a_2=0$ ;向南匀速运动

在 40~60 s 内物体的加速度为

$$a_3 = \frac{0-3}{20} \text{ m/s}^2 = -0.15 \text{ m/s}^2$$

负号表示 $a_3$ 的方向与运动方向相反,即加速度方向向北.

**点评:**在  $v-t$  图象中斜率表示质点的加速度,求斜率时 $\Delta t$ 可以任意选取,可以取 $\Delta t=10\text{ s}$ ,也可以取 $\Delta t=20\text{ s}$ .在求 40~60 s 内物体的加速度时,要注意 $\Delta v$ 是末速度减初速度.

## 3. 加速度与生活实际相联系

**例 11** 有些国家的交通管理部门为了交通安全,特别制定了死亡加速度为 $500g$ 这一数值( $g$ 取 $9.8\text{ m/s}^2$ )以醒世人,意思是如果行车加速度超过此值,将有生命危险.这么大的加速度,一般车辆是达不到的,但发生交通事故时,将会达到这一数值.假如两辆摩托车以 $36\text{ km/h}$ 的速度相向而行发生碰撞,碰撞时间为 $2 \times 10^{-3}\text{ s}$ ,你判断一下驾驶员是否有生命危险?

**【解析】**碰撞后摩托车静止,则碰撞中摩托车的加速度为

$$a = \frac{0-v}{t} = \frac{0-10}{2 \times 10^{-3}} \text{ m/s}^2 = -5 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

可见,摩托车加速度的大小为 $5 \times 10^3\text{ m/s}^2$ ,已超过死亡加速度 $500g$ ,驾驶员会有生命危险.

**点评:**本题是一道联系实际的物理问题,在运用加速度的定义式求解加速度时,需要根据实际情况,挖掘出摩托车碰撞后末速度等于零这一隐含条件。值得注意的是,求得加速度  $a = -5 \times 10^3 \text{ m/s}^2$ , 负号仅表示加速度的方向与初速度方向相反,不表示加速度的大小,千万不能因为  $a$  是负值,而误认为  $a < 500g$ 。

#### 4. 加速度的测定

**例 12** 某同学在探究小车速度随时间变化的规律时,对打出的一条纸带进行研究,从 O 点开始每 5 个打点作为一个计数点(中间 4 个打点未画出,电源频率为 50 赫兹),计数点分别为 A、B、C、D、E(如图 1-11 所示),该同学已求出各计数点对应的速度,其数值见下表。

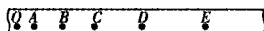


图 1-11

计数点	A	B	C	D	E
速度/ ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )	0.70	0.91	1.10	1.30	1.49

(1) 根据以上数据在所给的坐标纸图 1-12 中作出小车的  $v-t$  图象;

(2) 小车加速度为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。

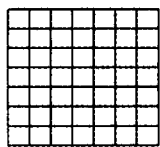


图 1-12

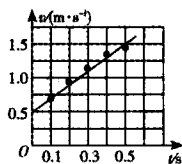


图 1-13

**解析** 作出的  $v-t$  图象如图 1-13 所示,从小车的  $v-t$  图线可以看出,时间间隔取 0.5 s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.5 - 0.5}{0.5} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2.$$

**点评:**本题考查了学生的实际能力:确定坐标、坐标间隔、描点、绘图能力,利用  $v-t$  图象求加速度的能力。学生初做这样的题型难度很大,一要注意坐标间隔要合理,使绘制出的图象大小适中;二要注意使描出的点尽可能分布在图线的两侧,三要注意求加速度时要尽可能将  $\Delta t$  取大一些,切忌用所给的五个速度取两个套公式计算。

#### 例 13 如图 1-14

所示为测定气垫导轨上滑块的加速度,滑块上安装了宽度为 3 cm 的遮光板。滑块在牵引力作用下先后通过两个光电门,通过第一个光电门的时间  $\Delta t_1 = 0.29 \text{ s}$ ,通过第二个光电门的时间  $\Delta t_2 = 0.11 \text{ s}$ ,遮光板从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间  $\Delta t = 3.57 \text{ s}$ ,求滑块的加速度。

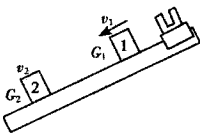


图 1-14

**解析** 滑块通过第一个光电门的速度

$$v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t_1} = \frac{0.03}{0.29} \text{ m/s} = 0.1 \text{ m/s}$$

滑块通过第二个光电门的速度

$$v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t_2} = \frac{0.03}{0.11} \text{ m/s} = 0.27 \text{ m/s}$$

滑块加速度

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{0.27 - 0.1}{3.57} \text{ m/s}^2 = 0.048 \text{ m/s}^2.$$

**点评:**光电门是测速度的一种常用仪器,在后面的教学中应用比较普遍,要掌握其基本原理。因为滑块通过光电门的时间远小于在两光电门中间的时间,所以可以认为滑块通过光电门时速度不变。

#### 巧选参照物 速解物理题 (河北 王静)

由于物体的运动具有相对性,选择不同的参照物,其运动性质就不同。选择合适的参照物往往可以使物理问题的解题过程大大简化,还有利于提高学生的思维能力,所以对变换参照系物理问题要予以重视。我们往往喜欢选择静止的物体作参照系,但有时选择匀速运动的物体或选择有加速度的物体作参照系会收到意想不到的效果。

##### 1. 选择匀速运动的物体作参照系

**例 14** 某人划船逆流而上,当船经过一桥时,船上一竹竿掉下。但船一直航行到上游某处时他才发现,便立即返航,当他返航经 10 min 追上竹竿时,竹竿已离桥 1 km。若此人向上游划行和向下游划行的速率相同,求水的流速。

**【解析】**如巧取水为参照物,竹竿不动,船上行、下行速率相等,故上行时间和下行时间相等,整个过程需20 min,即 $\frac{1}{3}$  h,因此水的流速

$$v = \frac{1 \text{ km}}{\frac{1}{3} \text{ h}} = 3 \text{ km/h.}$$

## 2. 选择匀变速运动的物体作参照系

两个物体以不同的加速度做匀变速直线运动,若甲、乙两个物体在地面参照系中的加速度大小各为 $a_1$ 和 $a_2$ ,则在选乙作参照系时甲物体的加速度 $a_{12}$ (即相对加速度).

(1)当 $a_1$ 和 $a_2$ 反向时 $a_{12} = a_1 + a_2$ ;

(2)当 $a_1$ 和 $a_2$ 同向时 $a_{12} = a_1 - a_2$ .

**例 15** 甲、乙两物体相距为 $s$ ,同时同向运动.甲在前做初速度为0,加速度为 $a_1$ 的匀加速运动;乙在后做初速度为 $v_0$ ,加速度为 $a_2$ 的匀加速运动.则 ( )

- A. 若 $a_1 = a_2$ ,甲、乙只能相遇一次
- B. 若 $a_1 > a_2$ ,甲、乙可能相遇二次
- C. 若 $a_1 < a_2$ ,甲、乙可能相遇二次
- D. 若 $a_1 > a_2$ ,甲、乙不可能相遇

**【解析】**设甲、乙沿一水平直线向右运动,选取甲为参考系分析乙的运动.

①若 $a_1 = a_2$ ,乙相对甲向右(即指向甲)做速度为 $v_0$ 的匀速直线运动,经过时间 $t = \frac{s}{v_0}$ ,乙运动到甲处与甲相遇,以后乙继续向右运动,甲、乙一定相遇一次,也只能相遇一次,选项A正确.

②若 $a_1 > a_2$ ,乙相对甲做初速度为 $v_0$ 向右、加速度为 $(a_1 - a_2)$ 向左的匀变速直线运动,即乙先向右(即向甲)做匀减速运动,后向左做匀加速运动.所以乙向右的最大位移大小为 $\frac{v_0^2}{2(a_1 - a_2)}$ ,如果 $\frac{v_0^2}{2(a_1 - a_2)} > s$ ,则乙向右匀减速运动过程中与甲相遇一次并继续向右减速运动到最远处,然后乙改为向左加速运动又与甲再相遇一次.如果 $\frac{v_0^2}{2(a_1 - a_2)} < s$ ,则乙向右运动到最远处还未遇到甲就改为向左加速运动,乙不可能遇上甲,所以B正确,D错误.

③若 $a_1 < a_2$ ,乙相对于甲以向右的初速度 $v_0$ 和向右的加速度 $(a_2 - a_1)$ 做匀加速运动,乙

运动到甲处相遇后继续向右运动,甲、乙只能相遇一次,C选项错误.故答案为AB.

**点评:**本题采用了选取甲为参考系分析,也可选取乙为参考系分析甲的运动,这样选取参考系使物体运动的物理图象简单、清晰,容易得到正确答案.

## 常见交通工具速度的测量

(山东 陈德宾)

### 1. 对飞机速度的估测

**例 16** 一架飞机水平匀速地在某同学头顶飞过,如图1-15所示,当他听到飞机的发动机声从头顶正上方传来时,发现飞机在他前上方约与地面成 $60^\circ$ 角的方向上,据此可估算出此飞机的速度约为多少?

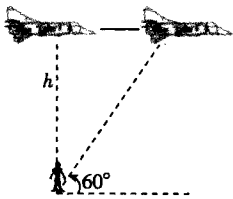


图 1-15

**【解析】**设飞机在头顶上方时距人 $h$ 高,则人听到声音时飞机走的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{3}h$

$$\text{而 } h = v_p t \quad \text{①}$$

$$\text{又 } \frac{\sqrt{3}}{3}h = v_s t \quad \text{②}$$

联立①②式解得

$$v_s = \frac{\sqrt{3}}{3}v_p \approx 0.58v_p = 197.2 \text{ m/s.}$$

### 2. 利用超声波测汽车的速度

**例 17** 如图1-16a)所示,是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图,测速仪发出并接收超声波脉冲信号,根据发出和接收到的信号间的时间差,测出被测物体的速度.图1-16b)中 $p_1$ 、 $p_2$ 是测速仪发出的超声波信号, $n_1$ 、 $n_2$ 分别是 $p_1$ 、 $p_2$ 由汽车反射回来的信号.设测速仪匀速扫描, $p_1$ 、 $p_2$ 之间的时间间隔 $\Delta t = 1.0 \text{ s}$ ,超声波在空气中传播的速度是 $v = 340 \text{ m/s}$ ,若汽车是匀速行驶的,则根据图1-16b)可知,汽车在接收到 $p_1$ 、 $p_2$ 两个信号之间的时间内前进的距离是\_\_\_\_\_ m,汽车的

速度是 \_\_\_\_\_ m/s.



图 1-16a)

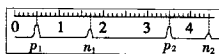


图 1-16b)

**【解析】** 测速仪匀速扫描,  $p_1$ 、 $p_2$  之间的时间间隔为 1.0 s, 由图 1-16b) 可知  $p_1$ 、 $p_2$  之间有 30 小格, 故每一小格对应的时间间隔  $t_0 = \frac{1.0 \text{ s}}{30} = \frac{1}{30} \text{ s}$ ,  $p_1$ 、 $n_1$  间有 12 个小格, 说明  $p_1$ 、 $n_1$  之间的间隔  $t_1 = 12t_0 = 12 \times \frac{1}{30} \text{ s} = 0.4 \text{ s}$ . 同理  $p_2$ 、 $n_2$  之间的间隔  $t_2 = 0.3 \text{ s}$ .

因而汽车接收到  $p_1$ 、 $p_2$  两个信号时离测速仪的距离分别为  $x_1 = v \cdot \frac{t_1}{2}$ ,  $x_2 = v \cdot \frac{t_2}{2}$ .

汽车这段时间内前进的距离为

$$x = x_1 - x_2 = v \left( \frac{t_1 - t_2}{2} \right) = 17 \text{ m}.$$

汽车在接收到  $p_1$ 、 $p_2$  两个信号的时刻应分别对应于图 1-16b) 中  $p_1$ 、 $n_1$  之间的中点和  $p_2$ 、 $n_2$  之间的中点, 其间共有 28.5 小格, 故接收到  $p_1$ 、 $p_2$  两个信号的时间间隔  $t = 28.5t_0 = 0.95 \text{ s}$ , 所以汽车速度为  $v_* = \frac{x}{t} \approx 17.9 \text{ m/s}$ .

**点评:** 测量速度的方法很多, 例如火车速度的测量可以利用共振测量, 也可以利用电磁感应测量等. 随着社会的发展, 测量速度的方法和种类在不断的改进和发展.

### 高考命题透视

(山东 李宪峰)

#### 1. 考查直线运动的图象

**例 18** 两辆游戏赛车  $a$ 、 $b$  在两条平行的直车道上行驶.  $t=0$  时两车都在同一计时线处, 此时比赛开始. 它们在四次比赛中的  $v-t$  图象如图 1-17 所示. 哪些图对应的比赛中, 有一辆赛车追上了另一辆 ( )

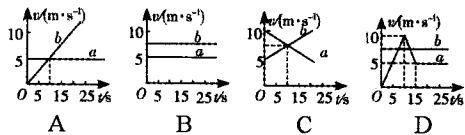


图 1-17

**【解析】** 在速度图象里, 图象与横轴所围成的面积表示物体发生的位移. 从 A 图中可以看出, 当  $t=20 \text{ s}$  时, 两图象面积相等, 此时一辆赛车追上另一辆; B 图中  $a$  的面积始终小于  $b$  的面积, 所以不可能追上; C 图也是在  $t=20 \text{ s}$  时, 两图象面积相等, 此时一辆赛车追上另一辆; D 图中  $a$  的面积始终小于  $b$  的面积, 所以不可能追上; 所以答案为 AC.

**点评:** 图象是非常直观的数据表现形式, 我们一定要能读图象、画图象, 充分利用图象来解决问题.

#### 2. 考查估算能力

**例 19** 图 1-18

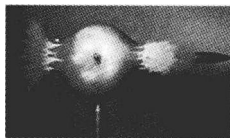


图 1-18

所示为高速摄影机拍摄的子弹穿透苹果瞬间的照片, 该照片经放大后分析出, 在曝光时间内, 子弹影像前后错开的距离约为子弹长度的 1%~2%. 已知子弹飞行速度约为 500 m/s, 由此可估算出这幅照片的曝光时间最接近 ( )

- A.  $10^{-3} \text{ s}$                       B.  $10^{-6} \text{ s}$   
C.  $10^{-9} \text{ s}$                       D.  $10^{-12} \text{ s}$

**【解析】** 苹果一般大小为 10 cm 左右. 所以可以看出子弹大约 5 cm 左右. 所以曝光时子弹发生的位移大约为  $5 \times 10^{-4} \text{ m} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ m}$ , 根据位移公式可以得出, 曝光时间大约为  $10^{-6} \text{ s}$ . 故答案为 B.

**点拨:** 本题是估算题, 要对生活中的一些常识性知识有所了解.

#### 3. 与其他知识综合

**例 20** 天空有近似等高的浓云层. 为了测量云层的高度, 在水平地面上与观测者的距离为  $d=3.0 \text{ km}$  处进行一次爆炸, 观测者听到

由空气直接传来的爆炸声和由云层反射回来的爆炸声在时间上相差  $\Delta t = 6.0 \text{ s}$ . 试估算云层下

表面的高度. 已知空气中的声速  $v = \frac{1}{3} \text{ km/s}$ .

**【解析】** 如图 1-19 所示, A 表示爆炸处, O 表示观测者所在处,  $h$  表示云层离地面的高度. 用  $t_1$  表示爆炸声直接传到 O 处所经历时间, 则有

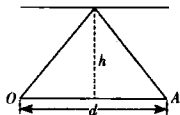


图 1-19

$$d = vt_1 \quad ①$$

用  $t_2$  表示爆炸声经云层反射到达 O 处所经历时间, 因为反射角等于入射角, 故有

$$2\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2} = vt_2 \quad ②$$

$$\text{已知 } t_2 - t_1 = \Delta t \quad ③$$

联立①②③式, 可得

$$h = \frac{1}{2}\sqrt{(v\Delta t)^2 + 2dv\Delta t}$$

代入数值得  $h = 2.0 \times 10^3 \text{ m}$ .

## 思维误区破解

**不理解矢量的方向性** (河南 陈超众)

**例 1** 一小球做竖直上抛运动, 在上升过程中经过 A 点的速度大小为  $10 \text{ m/s}$ , 在下降过程中经过 B 点的速度大小为  $4 \text{ m/s}$ . 求小球在这一段时间内的平均速度.

**【错解】**  $\bar{v} = 7 \text{ m/s}$ .

**【剖析】** 许多同学没有考虑到平均速度的矢量性而直接套用公式, 导致错误的解法:  $\bar{v} = \frac{10 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s}}{2} = 7 \text{ m/s}$ .

**【正解】** 物体做竖直上抛运动, 是匀变速直线运动. 由于平均速度是矢量, 所以要注意  $v_0$ 、 $v_t$  的正负(它们的正负要根据选定的正方向而定), 选向上为正方向

则  $v_A = 10 \text{ m/s}$ ,  $v_B = -4 \text{ m/s}$ .

在这一段时间内平均速度为

$$\bar{v} = \frac{-4 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}}{2} = 3 \text{ m/s}.$$

## 第二节 匀变速直线运动的研究

### 知识疑难解读

#### 自由落体运动的规律解读

(河北 石晓兵)

自由落体运动是初速度为零, 加速度为  $g$  的匀加速直线运动, 其运动规律如下:

(1) 三个基本公式:  $v_t = gt$ ,  $s = \frac{1}{2}gt^2$ ,

$$v_t^2 = 2gs.$$

2. 三个特殊公式

(1) 在连续相等的时间 ( $T$ ) 内位移之差为一恒定值, 即  $\Delta s = gT^2$ .

(2) 某段时间内中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度, 即  $v_{\frac{t}{2}} =$

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}.$$

(3) 某段位移中间位置的瞬时速度  $v_{\frac{s}{2}}$  与这段位移的初、末速度  $v_0$  和  $v_t$  的关系是

$$v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}.$$

3. 四个比例公式

(1) 1 s 末、2 s 末、3 s 末……的瞬时速度之比为  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$

(2) 第 1 s 内、第 2 s 内、第 3 s 内……的位移之比为  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$

(3) 1 s 内、2 s 内、3 s 内……的位移之比为  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots$

(4) 通过连续相等的位移所用时间之比为  $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots$

## 竖直抛体运动规律汇总 (山东 孔磊)

### 1. 竖直下抛运动

(1)物体只在重力作用下,初速度竖直向下的抛体运动叫竖直下抛运动.一切抛体运动并不是指抛的过程,而是指被抛的物体出手以后的运动.因此,一切抛体运动都是只在重力作用下的运动.不同的抛体运动(如:平抛运动、斜抛运动、竖直下抛运动以及下面将要讲到的竖直上抛运动)的区别仅在于初速度的方向.初速度沿水平方向的是平抛运动,初速度向下的是竖直下抛运动…….

(2)既然一切抛体运动都是在恒定重力作用下的运动,那么它也就具有恒定的加速度,属于匀变速运动.因为重力的方向是向下的,加速度的方向也是向下的,对于竖直下抛运动加速度的方向与物体初速度的方向相同.所以,竖直下抛运动是沿竖直方向的匀加速直线运动.且加速度为  $g(g=9.8 \text{ m/s}^2)$ .

#### (3)竖直下抛运动的规律

将竖直下抛运动与自由落体运动相比,区别之处仅在于竖直下抛运动有初速度( $v_0$ ).既然自由落体运动满足以下规律: $v=gt$ ,  $h=\frac{1}{2}gt^2$ ,  $v_t^2=2gh$ ,  $h=\frac{1}{2}v_t t$ ,那么,竖直下抛运动所遵循的规律应是:

$$v_t = v_0 + gt$$

$$h = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$h = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$$

### 2. 竖直上抛运动

(1)结合上面我们对竖直下抛运动的分析和研究,不难想象竖直上抛运动可以表述为:物体只在重力作用下,初速度竖直向上的抛体运动叫竖直上抛运动.自然它也是匀变速直线运动.这里应该提醒大家的是竖直上抛运动的加速度与竖直下抛运动的加速度(包括大小和方向)是一样的,是同一个加速度.由于初速度的方向向上,因此人们常说竖直上抛运动的加速度与运动的初速度是相反的(不是因为加速度反向,而是初速度的方向发生了改变而引起

的).那么,竖直上抛运动是沿竖直方向的匀减速直线运动.它的加速度为  $g(g=9.8 \text{ m/s}^2)$ .

#### (2)竖直上抛运动的规律

选定竖直向上的初速度方向为正方向,那么,加速度  $g$  的方向应为负.考虑到重力加速度  $g$  是一个特定的加速度不宜将  $g$  写做  $-9.8 \text{ m/s}^2$ ,应在公式中符号“ $g$ ”的前面加一个负号.规律如下:

$$v_t = v_0 - gt$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$h = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$$

竖直上抛运动的几个特点:

(1)物体上升到最大高度时  $v_t = 0$ .由  $v_t^2 = v_0^2 - 2gh$  式可知,物体上升的最大高度  $H$  满足:

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

(2)上升到最大高度所需要的时间满足:

$$t = \frac{v_0}{g}$$

(3)物体返回抛出点时的特点是  $h = 0$ .该物体返回抛出点所用的时间可由  $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$  式求得:  $T = \frac{2v_0}{g}$ .

(4)将(3)结论代入  $v_t = v_0 - gt$  式,可得物体返回抛出点时的速度:  $v_t = -v_0$ .

这说明物体由抛出到返回抛出点所用的时间是上升段(或下降段)所用时间的二倍.也说明上升段与下降段所用的时间相等.返回抛出点时的速度与初速度大小相等方向相反.

(5)从前面两个表对比可以看出竖直上抛的物体在通过同一位置时不管是上升还是下降物体的速率是相等的.

(6)竖直上抛运动由减速上升段和加速下降段组成,但由于竖直上抛运动的全过程中加速度的大小和方向均保持不变,所以竖直上抛运动的全过程可以看做是匀减速直线运动.



## 思维规律解读

### 匀变速直线运动的几个推论及其应用

(山东 王可法)

1. 匀变速直线运动的物体,在任意两个连续相等的时间里的位移之差是个恒量.

$$\text{即 } \Delta s = s_{n+1} - s_n = aT^2.$$

**例 1** 物体从静止开始做匀加速直线运动,已知第 2 s 内的位移为  $s$ ,则物体的加速度为 ( )

- A.  $\frac{2}{s}$     B.  $\frac{s}{2}$     C.  $\frac{3s}{2}$     D.  $\frac{2s}{3}$

**【解析】**由题中的条件可知,由于物体从静止开始运动,则物体第 1 s 和第 2 s 内的位移比是 1 : 3.

$$\text{则物体第 1 s 的位移是 } \frac{s}{3}.$$

$$\text{有 } \Delta s = s_2 - s_1 = aT^2 \text{ 可得 } s - \frac{s}{3} = a \times 1^2$$

$$\text{则物体的加速度 } a = \frac{2s}{3}, \text{ 故答案应为 D.}$$

2. 物体做初速度为零的匀加速直线运动,从开始( $t=0$ )计时起,在连续相等的时间间隔末的速度之比为  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$

**例 2** 一物体从高为  $H$  的屋顶自由下落,落地的速度为  $v$ ,则当物体的速度为  $\frac{v}{2}$  时,物体此时离地多高?

**【解析】**由题中的条件可知,物体的速度是落地速度的一半时,则由  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$  得  $t_1 : t_2 = 1 : 2$

假设全程的时间为  $T$ ,那么物体的速度为  $\frac{v}{2}$  时的时间是  $\frac{T}{2}$ ,速度为  $\frac{v}{2}$  时物体离地高为  $h$ .

$$\text{则 } H = \frac{1}{2} g T^2 \quad (1)$$

$$h = \frac{1}{2} g \left( \frac{T}{2} \right)^2 \quad (2)$$

$$\text{由(1)(2)解得 } h = \frac{H}{4}.$$

3. 物体做初速度为零的匀加速直线运动,从开始( $t=0$ )计时起,在连续相邻相等的时间间隔内的位移比为连续奇数比.即  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$

**例 3** 一个物体从塔顶做自由落体运动,

在到达地面前最后 1 s 内发生的位移是总位移的  $\frac{7}{16}$ ,求塔高.( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

**【解析】**由位移的比例关系式,可求得物体第 4 s 内的位移.

$$\text{即由 } s_{4s} : s_{1s} = 7 : 1 \text{ 得 } s_{4s} = 7s_{1s}$$

则 4 s 内的总位移

$$s_4 = s_{1s} + s_{2s} + s_{3s} + s_{4s} = s_{1s} + 3s_{1s} + 5s_{1s} + 7s_{1s} = 16s_{1s}$$

注意到物体在到达地面前 1 s 内的位移是总位移的  $\frac{7}{16}$ ,即  $\frac{s_{4s}}{s_4} = \frac{7}{16}$

可知物体下落的总时间  $t_{\text{总}} = 4 \text{ s}$ ,故塔高

$$h = \frac{1}{2} g t_{\text{总}}^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80 \text{ (m).}$$

4. 物体做初速度为零的匀加速直线运动,从初始位置( $s=0$ )开始,通过连续相邻相等的位移所需的时间之比为  $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots$

**例 4** 一粒子弹恰能穿过三块相同的固定的木板,设子弹在木板里运动的加速度恒定,则子弹分别穿过三块木板所用时间之比是多少?

**【解析】**将子弹运动看成“反向”做初速度为零的匀加速运动.由时间的比例关系得:子弹分别穿过三块等厚的木板所用时间之比为  $(\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{2}-1) : 1$ .

**例 5** 在一个倾斜长冰道的上方,有一群孩子排成队,每隔 1 s 有一个小孩往下滑,一位游客对着冰道上的孩子拍下一张照片,照片上有甲、乙、丙、丁四个小孩,游客根据照片与实物的比例推算出乙与甲和丙的间距为 12.5 m 和 17.5 m,请你据此回答:①若不考虑一切阻力,冰道的倾角是\_\_\_\_\_.②拍照时最下面小孩丁的速度是\_\_\_\_\_ m/s.③拍照时在甲上面正在滑行的小孩不会超过\_\_\_\_\_个.

**【解析】**设小孩均在倾角为  $\theta$  的冰道上滑行,小孩在重力和支持力的作用下做匀变速直线运动,于是  $mg \sin \theta = ma$ ;又每隔 1 s 有一个小孩往下滑,则有  $\Delta S = aT^2$  成立;然乙与甲和丙的间距为 12.5 m 和 17.5 m,即有  $\Delta S = 17.5 - 12.5$ ,